technische universität dortmund

Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2016/17

Prof. Dr. Günter Rudolph

Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Fakultät für Informatik

TU Dortmund

Inhalt

- Lokale und globale Variablen
- Namensräume

Bisher bekannt:

- Variable im Hauptprogramm
  - sind im Hauptprogramm gültig.
- Lokale Variable in Funktionen
  - sind nur innerhalb einer Funktion gültig und
  - werden ungültig beim Verlassen der Funktion.

Globale Variable

sind **Datendefinitionen vor** dem Hauptprogramm **main()**

- sie **existieren** bereits **vor** Beginn des **Hauptprogramms**,
- sie **existieren während** der gesamten Lebensdauer des **Programms**,
- sie **sind** im Hauptprogramm und allen Funktionen **sichtbar**, ***wenn*** sie ***nicht*** von lokalen Variablen ***verdeckt*** werden.

```
#include <iostream>

int x = 10;

int main() {
  std::cout << x << std::endl;
  int x = 5;
  std::cout << x << std::endl;
  return 0;
}
```

globale Variable **x**

lokale Variable **x** verdeckt **ab jetzt** globale Variable **x**

Ausgabe: **10**
5

Lokale Variable

sind **Datendefinitionen innerhalb** eines **Blockes { }**

- sie **existieren** ab ihrer Datendefinition innerhalb des Blockes,
- sie **existieren bis** der **Block verlassen** wird,
- sie **sind** auch **in untergeordneten Blöcken sichtbar**, ***wenn*** sie ***nicht*** von lokalen Variablen in diesen Blöcken ***verdeckt*** werden.

```
#include <iostream>

int main() {
  int x = 1;
  std::cout << x << std::endl;
  { int x = 5;
    std::cout << x << std::endl;
  }
  return 0;
}
```

lokale Variable x

untergeordneter Block: **x** verdeckt **x** in **main()**

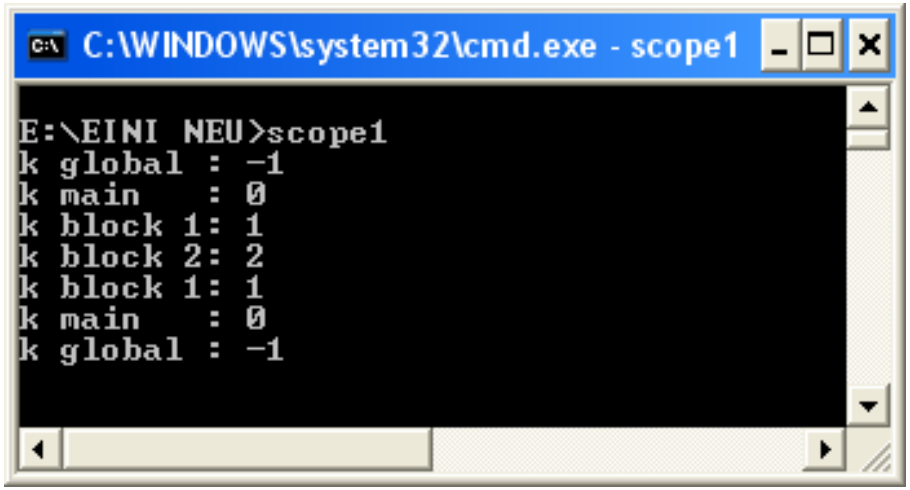
Ausgabe: **1** **5**

Beispiel 1

```
#include <iostream>

int k = -1;

int main() {
  std::cout << "k global : " << k << std::endl;
  int k = 0;
  std::cout << "k main   : " << k << std::endl;
  { int k = 1;
    std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
    { int k = 2;
      std::cout << "k block 2: " << k << std::endl;
    }
    std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
  }
  std::cout << "k main   : " << k << std::endl;
  std::cout << "k global : " << ::k << std::endl;
  return 0;
}
```

'scope resolution'

Beispiel 1



Lokale Variable

- verdecken Variable in umgebenden Blöcken, falls Bezeichner gleich;
- verdeckte Variablen sind dann nicht sichtbar, aber existent!
- unverdeckte Variable in allen umgebenden Blöcken sind sichtbar.

```
{
  int a=1, k=1;
  {
    int b=2, k=2;
    {
      int c=3, k=3;
    }
  }
}
```

sichtbar:

a	b	c	k
1	2	3	3

sichtbar:

a	b	k
1	2	2

sichtbar:

a	k
1	1

Globale Variable

- können durch lokale Variable verdeckt werden.
- sind überall (selbst wenn verdeckt) über den Gültigkeitsbereich-Operator `::` (*scope resolution operator*) zugreifbar

Der :: - Operator ermöglicht den Zugriff auf alle global bekannten Objekte!

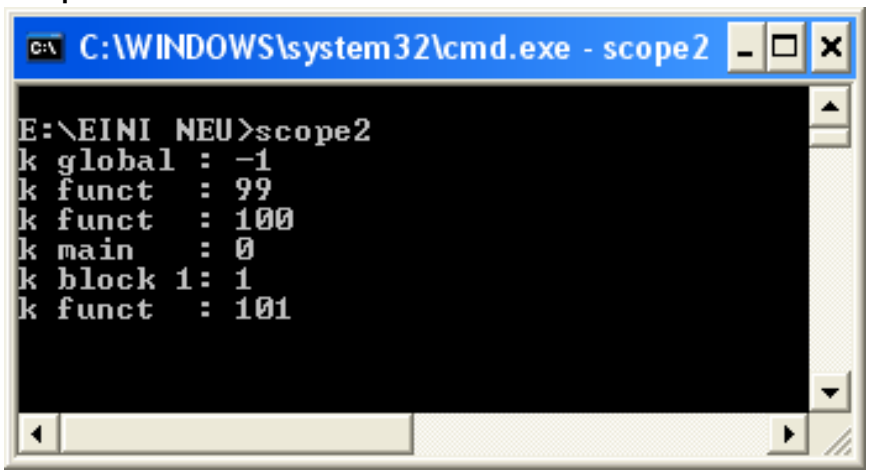
ACHTUNG!

Globale Variable sollten grundsätzlich vermieden werden!

Beispiel 2

```
#include <iostream>

int k = -1;   // global

void funct(int k) {
  k += 100;
  std::cout << "k funct  : " << k << std::endl;
}

int main() {
  std::cout << "k global : " << k << std::endl;
  funct(k);
  int k = 0;
  funct(k);
  std::cout << "k main   : " << k << std::endl;
  { int k = 1;
    std::cout << "k block 1: " << k << std::endl;
    funct(k);
  }
}
```


Beispiel 2

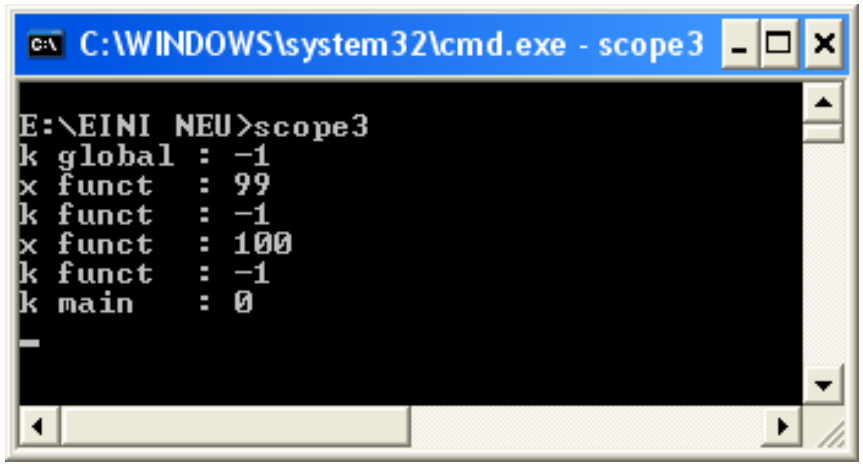


Beispiel 3

```
#include <iostream>

int k = -1;   // global

void funct(int x) {
  x += 100;
  std::cout << "x funct  : " << x << std::endl;
  std::cout << "k funct  : " << k << std::endl;

}

int main() {
  std::cout << "k global : " << k << std::endl;
  funct(k);
  int k = 0;
  funct(k);
  std::cout << "k main   : " << k << std::endl;
}
```

global

Beispiel 3



Beispiel 4

```
#include <iostream>

int main() {
  int i, sum = 0;
  for (i = 0; i < 3; i++) {
    int j;
    for (j = 0; j < 4; j++) {
      sum += i * j;
      std::cout << sum << std::endl;
    }
  }
}
```

Datendefinition im inneren Block!

Merke:

In jedem Block dürfen neue lokale Variable angelegt werden.
Sie verdecken Variable gleichen Namens in äußeren Blöcken.

Beispiel 5

funktioniert immer:

```
int k;                          // ab hier existiert k
for (k = 0; k < n; ++k)
  sum += k;
std::cout << k << std::endl;    // k existiert noch
```

bei älteren Compilern:

```
for (int k = 0; k < n; ++k)     // ab hier existiert k
  sum += k;
std::cout << k << std::endl;    // k existiert noch
```

bei aktuellen Compilern:

```
for (int k = 0; k < n; ++k)     // ab hier existiert k
  sum += k;
std::cout << k << std::endl;    // k existiert nicht mehr
```

→ Fehlermeldung „out of scope“ o.ä.

Statische (globale) Variable

sind globale Variable, die nur in der Datei sichtbar sind, in der sie deklariert werden!

Datendefinition:

`static` Datentyp Bezeichner;

Dateninitialisierung:

`static` Datentyp Bezeichner = Wert;

```
#include <iostream>

int global = 1;
static int statisch = 2;
```

globale Variable für alle Dateien!
globale Variable nur für diese Datei!

Datei *Global.cpp*

```
int main() {
  cout << global << endl;
  cout << statisch << endl;
  return 0;
}
```

Fehler!

Sowohl **global** als auch **statisch** nicht sichtbar! ?

Datei *Haupt.cpp*

```
#include <iostream>

int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

2. Versuch:

```
int global;
int statisch;

int main() {
  cout << global << endl;
  cout << statisch << endl;
  return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in anderen Dateien definiert worden sind?

Idee: Variable müssen vor ihrem ersten Gebrauch definiert worden sein!

Fehler!

Der Linker meldet, dass Variable **`global`** bereits in *Global.cpp* definiert worden ist.

Nicht-statische globale Variable sind in allen Dateien globale Variable!

Hier: Versuch, erneut globale Variable gleichen Namens zu definieren!


```
#include <iostream>

int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

3. Versuch:

```
extern int global;
int statisch;

int main() {
  cout << global << endl;
  cout << statisch << endl;
  return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in anderen Dateien definiert worden sind?

Idee: Durch Schlüsselwort **`extern`** angeben, dass Variable **`global`** ausserhalb dieser Datei definiert ist.

Keine Fehlermeldung!

Aufruf des Programms liefert Ausgabe:

```
1
0
```

?

Zugriff auf **`global`** → OK!

Mit **`int statisch`** wurde nicht-statische globale Variable deklariert und nicht initialisiert: Wert zufällig 0.


```
#include <iostream>

int global = 1;
static int statisch = 2;
```

Datei *Global.cpp*

4. Versuch:

```
extern int global;
extern int statisch;

int main() {
  cout << global << endl;
  cout << statisch << endl;
  return 0;
}
```

Datei *Haupt.cpp*

Fazit: Man kann nicht aus anderen Dateien auf statische globale Variable zugreifen!

Frage: Wie kommt man an die globalen Variablen, die in anderen Dateien definiert worden sind?

Idee: Wenn **`extern`** bei **`global`** hilft, dann hilft es vielleicht auch bei **`statisch`**? (Hmm, schwache Idee ...)

Fehler!

Linker meldet, dass das externe Symbol **`int statisch`** nicht aufgelöst werden konnte!

⇒ **Stimmt!** Die Variable **`statisch`** in der Datei *global.cpp* ist eine statische Variable + nur dort gültig!

Achtung:

Statische globale Variable sind Erbstück aus C.

Sie gelten in C++ als unerwünscht (deprecated).

Zukünftige Versionen von C++ könnten das nicht mehr unterstützen!

⇒ **Nicht verwenden!**

Nicht verwechseln:

Statische lokale Variable in Funktionen sind auch Erbstück aus C.

Sie sind in C++ willkommen!

Statische Variable (in Funktionen)

haben einen anderen Gültigkeitsbereich als „normale“ Variablen.
Eine statische Variable in einer Funktion hört nicht auf zu existieren, wenn die Funktion beendet wird, sondern bleibt im Speicher bestehen.

Achtung: Hat gleichen Sichtbarkeitsbereich wie normale lokale Variablen!

```
unsigned int CountCalls() {
  static unsigned int ctr = 0;
  return ++ctr;
}
int main() {
  for (int i = 0; i < 10; i++)
    cout << CountCalls() << endl;
  return 0;
}
```

Ausgabe: Zahlen 1 bis 10

Statische (lokale) Variable werden nur einmal initialisiert, nämlich beim 1. Aufruf der Funktion.

Sie bleiben gültig bis zum Ende des gesamten Programms; also über das Ende der Funktion hinaus!

Die Zeile
`static unsigned int ctr = 0`
wird somit nur einmal ausgeführt.
Die statische lokale Variable `ctr` behält seinen Wert bei weiteren Funktionsaufrufen.


```
int fkt1(int wert) {
  static int w = -1;
  if (wert != 0) w = wert;
  return w;
}
int fkt2(int a) {
  {
    static int b = a;
  }
  //return b;
  return a;
}
int main() {
  cout << fkt1(0) << " " <<
       << fkt1(3) << " " <<
       << fkt1(0) << endl;
}
```

`w` wird beim 1. Aufruf mit `-1` initialisiert.
`w` bleibt unverändert, wenn `wert == 0`.
`w` wird zu `wert`, wenn `wert` ungleich `0`.

statische Variable **b** in neuem Block:
existiert bis zum Ende des **Programms**!

würde **Fehler** liefern:
b existiert zwar noch,
aber der Sichtbarkeitsbereich (Block) wurde bereits verlassen!

Ausgabe: `-1 3 3`

Namensräume (namespace)

- eingeführt mit **ISO-Standard von 1998**
- zur **Vermeidung von Namenskonflikten** bei großen Programmen mit vielen Entwicklern

```
void drucke(int n, double a[]){
  double sum = 0.0;
  while (--n >= 0) sum+=a[n];
  std::cout << sum;
}
```

Entwickler A

```
void drucke(int n, double a[]){
  for (int i = 0; i < n; i++)
    std::cout << a[i] << ' ';
  std::cout << std::endl;
}
```

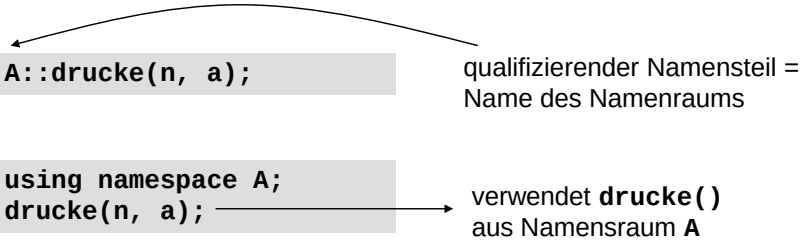
Entwickler B


```
namespace A {
  void drucke(int n, double a[]){
    double sum = 0.0;
    while (--n >= 0) sum += a[n];
    std::cout << sum;
  }
}
namespace B {
  void drucke(int n, double a[]){
    for (int i = 0; i < n; i++)
      std::cout << a[i] << ' ';
    std::cout << std::endl;
  }
}
void print_all(int n, double a[]) {
  B::drucke(n, a);
  A::drucke(n, a);
}
```

Auflösung des Namenkonfliktes durch namespaces

Namensräume

- können dazu benutzt werden, Funktionen etc. nach Einsatzgebiet zu ordnen
- „wegsperren“ von selten benutzten Funktionen
- bei häufig benutzten Funktionen / Namensräumen kann dann durch **`using`**-Anweisung der qualifizierende Namesteil weggelassen werden



Namensräume

zu Anfang der Vorlesung:

```
std::cout << a << std::endl;
```

im Namensraum **`std`** liegen Standardfunktionen (auch aus C)

```
using namespace std;
// …
cout << a << endl;
```

dadurch …

… entfällt das lästige **`std::`**